

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Literatur

Para penulis di [1] menjelaskan bahwa algoritma *self-organization network* dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan dan mengurangi efek negatif (misalnya: *call dropping*, kegagalan handover). Algoritma ini menggunakan kombinasi antara *hysteresis* terbaik dan waktu pemicu handover (*time to trigger*) sebagai status jaringan saat ini. Pada algoritma ini diteliti efek algoritma *self-optimization* pada pengaturan jaringan dengan skenario *real*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pengaturan nilai statis dari parameter-parameter *hysteresis* dan *time to trigger* terjadi secara otomatis sebagai respon terhadap perubahan kinerja jaringan. Algoritma ini memperhitungkan bobot faktor yang diberikan oleh kebijakan operator untuk metrik-metrik kinerja yang berlainan, khususnya untuk rasio kegagalan *handover*, rasio *call dropping* dan rasio *ping pong handover*. Fitur terbaru ini menjadikan algoritma SON menjadi fleksibel dan sangat menarik bagi operator. Hasil simulasi menunjukkan bahwa optimasi algoritma meningkatkan kinerja sistem secara signifikan. Namun hasil saat ini terbatas pada skenario simulasi penggunaan realistis dan skenario simulasi [1].

Dalam penelitian sebelumnya, algoritma *self-optimization* telah digunakan untuk mengevaluasi kinerja jaringan yang membutuhkan beban sel sebagai input dan pengontrol parameter *handover*. Pada literatur [2] diperlihatkan perbandingan hasil dengan setup simulasi yang berbeda-beda. Misalnya: setup jaringan dasar (jaringan reguler), *grid non-reguler* dengan ukuran sel yang berbeda dan juga untuk setup trafik dengan kondisi yang realistis. Metode yang digunakan untuk

estimasi setelah *handover* didasarkan pada prediksi *signal-to-noise ratio* (SINR) dan menggunakan pengukuran *User Equipment* (UE). Efisiensi algoritma LB diperiksa dalam simulasi jaringan sintesis, tata letak, serta untuk menjadi bagian dari jaringan nyata, dimana situasi perubahan beban berlangsung secara dinamis. Keuntungan LB secara keseluruhan terlihat di semua skenario simulasi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa jumlah rata-rata kepuasan pengguna dapat ditingkatkan dengan LB. Keuntungan algoritma ini tergantung pada situasi beban lokal dan kapasitas sel-sel disekitarnya yang tersedia. Algoritma ini bergantung pada kapasitas yang tersedia di dalam sel sekitarnya yang kelebihan beban dan algoritma LB mendistribusikan beban dengan mengubah parameter *handover*. Jika kapasitas di sekitar tidak ada, parameter jaringan dan kinerja jaringan yang tersisa tidak berubah [2].

Dalam proyek penelitian SOCRATES [4] diperkenalkan penggunaan metode *Self-Organization*, yang terdiri dari (*Self-optimization*, *Self-configuration*, dan *Self-healing*) sebagai konsep yang menjanjikan untuk mengotomatisasi akses perencanaan jaringan nirkabel, penyebaran, dan optimasi. *Self-Organization* pada jaringan seluler dianggap sebagai pendekatan kunci untuk menurunkan *operational expenditure/capital expenditure* (OPEX/CAPEX) dan memungkinkan biaya pendukung efektif dari berbagai layanan komunikasi seluler yang berkualitas tinggi dan aplikasi dengan harga yang dapat diterima [4].

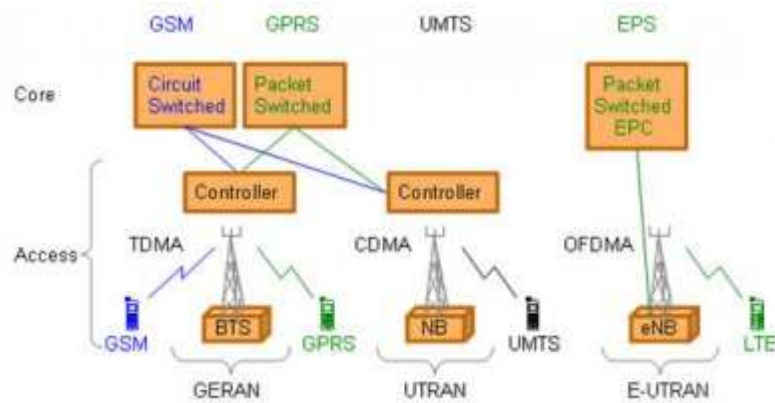
Pada makalah lain [5] proyek SOCRATES menjelaskan bahwa dalam LTE penggunaan *base station* (BS) di rumah atau disebut *Home eNodeB* akan digunakan di masa yang akan datang. Sebuah eNodeB rumah secara fisik akan diinstal oleh pelanggan dan mungkin secara fisik tidak dapat diakses oleh operator. eNodeB yang diramalkan menjadi besar menjadikan mekanisme *self-optimization* menjadi sangat penting. Sebagai sebuah kebutuhan eNodeB di pasang didalam gedung dan memiliki cakupan tidak hanya di daerah itu saja, tetapi juga di tepi area. Daerah cakupan *handover* ke eNodeB sangat kecil, sehingga tidak terlalu menguntungkan, terutama bagi UE yang bergerak cepat. SOCRATES mengembangkan metode *self-organization* untuk meningkatkan operasi jaringan radio 3PPP LTE. Pada penelitian ini, interferensi eNodeB

rumah dan cakupan serta mobilitas ke dan dari sel eNodeB rumah diidentifikasi. Pengukuran digunakan sebagai masukan bagi optimasi algoritma yang telah diidentifikasi. Sebuah metode untuk mempertimbangkan prioritas dari operator yang berbeda juga telah dikembangkan. Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi efek dan keuntungan dari perubahan parameter kontrol yang diidentifikasi, dan berdasarkan pada hasil tersebut, algoritma untuk *self-optimization* akan dikembangkan [5].

## **2.2 LTE (*Long-Term Evolution*)**

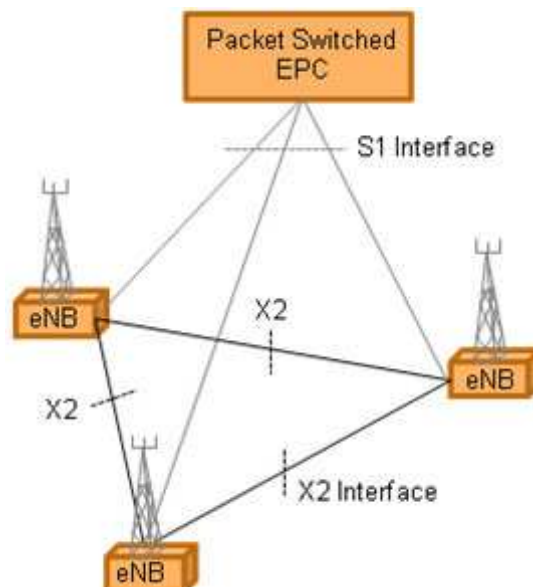
LTE adalah teknologi seluler terkini yang didesain dalam standar terakhir 3GPP, sebagai evolusi dari teknologi jaringan GSM/GPRS/EDGE dan UMTS/HSPA. Teknologi generasi ke-2 (2G/GSM) dikembangkan untuk membawa layanan *real time* berbasis *circuit switched* (SC). Langkah pertama menuju sebuah paket berbasis *internet protocol* (IP) dibuat dengan evolusi GSM dengan GPRS, menggunakan antarmuka udara dan metode akses yang sama. Jaringan *Enhanced Data for GSM Evolution* (EDGE) merupakan teknologi pada platform 2G pertama yang menggunakan mode *packet switched* (PS) secara *full*. Evolusi 3GPP selanjutnya dilakukan dengan diimplementasikannya jaringan 3G (UMTS) yang menggunakan antarmuka udara dan metode akses yang sangat berbeda dengan jaringan 2G sebelumnya. UMTS dan pengembangannya pada HSPA beroperasi pada mode PS yang berbasis IP.

LTE adalah bagian akses dari *Evolved Packet System* (EPS). Persyaratan untuk jaringan akses baru adalah peningkatan efisiensi spektral, peningkatan kecepatan data puncak, waktu perjalanan (*transfer time*) singkat dan fleksibilitas frekuensi [6].



Gambar 2.1. Evolusi jaringan dari GSM ke LTE [6]

EPS adalah murni berbasis IP. Kedua layanan real time dan layanan komunikasi data dilakukan oleh IP. Alamat IP dialokasikan ketika ponsel diaktifkan dan dilepaskan ketika dimatikan. Jaringan *core* EPS siap untuk bekerja dengan teknologi akses lainnya yang tidak dikembangkan oleh 3GPP, seperti WiMAX dan WiFi. Jaringan akses LTE hanyalah sebuah jaringan *base transceiver station* (BTS) atau eNodeB (eNB) yang menghasilkan arsitektur datar seperti gambar 2.1. Tidak ada pengontrol cerdas terpusat, dan hubungan antar eNB biasanya terkoneksi oleh *X2-interface*, sedangkan hubungan eNB menuju jaringan inti dilakukan melalui *S1-interface* seperti pada Gambar 2.2 [6].



Gambar 2.2. X2 dan S1 Interface [6]

Untuk memungkinkan penyebaran LTE di seluruh dunia, LTE dikembangkan untuk sejumlah band frekuensi, mulai dari 800 MHz hingga 3,5 GHz. *Bandwidth* yang tersedia juga fleksibel dimulai dengan 1,4 MHz hingga 20 MHz [6].

### 2.3 SON (*Self-Organizing Network*)

SON diperkenalkan sebagai bagian dari 3GPP *Long Term Evolution* (LTE), dan merupakan pendorong utama untuk meningkatkan *Operational & Maintenance* (O & M). Hal ini bertujuan untuk mengurangi biaya instalasi dan manajemen dengan menyederhanakan tugas-tugas operasional melalui mekanisme otomatis, seperti *self-configuration* dan *self-organization* [7].

Dengan SON kita dapat menghapus beberapa intervensi manusia dari operasi jaringan dan pemeliharaan. Sehingga mengurangi beban kerja untuk survei lapangan dan analisis jaringan. *Self-Optimization* dan *self-Healing* dapat meningkatkan kualitas penggunaan dengan memitigasi sedini mungkin degradasi sebagai akibat dari ketidakakuratan perencanaan atau peralatan, dan dengan mengoptimalkan parameter jaringan pada saat terjadi interferensi atau pada kondisi *over-load* [7].

Skalabilitas dan respon *real-time* dari fungsi SON harus didukung oleh sebuah kerangka kerja manajemen yang ramping dan handal. Untuk mengurangi intervensi manusia yang terlibat dalam penyebaran elemen jaringan baru, proses harus otomatis sampai batas seluas mungkin dan hanya memerlukan satu kunjungan ke situs instalasi. Elemen jaringan ini akan secara otomatis menciptakan asosiasi logis dengan jaringan dan menetapkan konteks keamanan yang diperlukan, dan menyediakan kontrol yang aman antara saluran unsur-unsur baru dan server di jaringan untuk mengoptimalkan konfigurasi dengan memperhatikan daerah karakteristik radio, lalu lintas propagasi dan mobilitas UE dalam jangkauan layanan efektif. SON mengoptimalkan tugas-tugas ini dengan menggunakan pengukuran dari peralatan jaringan. Optimasi ini secara otomatis akan mengkonfigurasi ulang daftar sel yang berdekatan, sehingga daftar tersebut berisi set minimum untuk handover. Optimasi ini bertujuan untuk memaksimalkan sistem kapasitas dan memastikan *overlapping* yang sesuai antara sel yang berdekatan, untuk menghilangkan handover yang tidak perlu dan untuk

menyediakan handover yang tepat waktu. Optimasi ini secara otomatis menyesuaikan ambang batas terkait dengan seleksi sel dan handover. Optimasi ini secara otomatis akan mengetahui beberapa UE yang berada pada batas cakupan sel yang padat, memilih ulang sel, dan handover ke sel yang kurang padat yang berdekatan. *Load Balancing* harus dilakukan dengan menggunakan jumlah seleksi sel minimum, dengan kata lain handover dilakukan tanpa menyebabkan masalah mobilitas. Selain itu harus meminimalkan jumlah investasi dalam kapasitas dengan mempertimbangkan beban radio, transportasi beban jaringan, dan *hardware* pengolahan beban [7].

#### **2.4 LB (*Load Balancing*)**

Penggunaan LB dimaksudkan untuk memberikan keuntungan tambahan dalam hal kinerja jaringan yang menggunakan operasi jaringan LTE, serta menggunakan fungsi SON. LB dicapai dengan mengatur parameter jaringan kontrol sedemikian rupa, sehingga sel-sel yang kelebihan (*overloaded*) dapat dipindahkan ke sel-sel *lowloaded* yang berdekatan. Dalam jaringan, fluktuasi beban tinggi terjadi dan biasanya membuat *overdimensioning* jaringan selama tahap perencanaan. Dalam sebuah jaringan yang mengaktifkan SON, dengan algoritma LB yang diusulkan, SON akan memonitor jaringan dan bereaksi terhadap beban puncak, sehingga kinerja yang lebih baik dapat tercapai dengan mendistribusikan beban ke sel-sel disekitarnya [2].

Algoritma LB bertujuan untuk menemukan *offset handover* yang optimal antara sel yang *over-loaded* dan sel target yang mungkin. Nilai *offset* yang dioptimalkan akan menjamin bahwa pengguna yang diserahkan kepada sel target tidak akan kembali ke sumber sel dan beban sel menjadi berkurang[2].

Setelah *handover*, kondisi SINR pengguna pada sel dilayani oleh target BS serta beban yang dihasilkan berbeda daripada sel yang ada di BS sebelumnya. Beban transfer selama operasi LB tidak boleh melebihi kapasitas yang dilaporkan yang tersedia pada BS. Masalah ini harus dikontrol oleh mekanisme masuk dan pengontrol kemacetan dalam BS. Ketika mekanisme ini menolak permintaan LB *handover*, akan ada peningkatan yang signifikan pada sinyal *overhead* jika permintaan berulang [2].